

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-013133

(43)Date of publication of application : 15.01.2003

(51)Int.Cl.

C21D 1/18  
C21D 1/42

(21)Application number : 2001-193070

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 26.06.2001

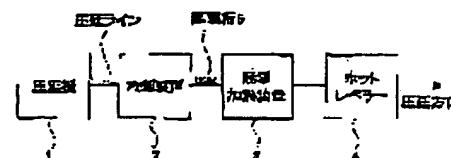
(72)Inventor : SUGIOKA MASATOSHI  
TAKANE AKIRA  
SEKINE HIROSHI  
FUJIBAYASHI TERUO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR HEAT-TREATING THICK STEEL PLATE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for heat-treating thick steel plate, which can effectively heat thick steel plates online in a large quantity giving little residual stress, in heat-treating the thick steel plates which have been subjected to accelerated cooling after hot rolling, and to provide a device therefor.

SOLUTION: The method for heat-treating thick steel plate is characterized by subjecting thick steel plates after hot rolling, to an accelerated cooling by a cooling system provided on the outlet side of a hot-rolling mill, and heat-treating them with an induction heating device provided on the outlet side of the cooling system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

## \* NOTICES \*

JFO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The heat treatment approach of the steel plate characterized by heat-treating with the induction heating apparatus formed in the appearance side of this cooling system after carrying out accelerated cooling with the cooling system in which the steel plate after hot rolling was prepared at the hot rolling mill appearance side.

[Claim 2] The heat treatment approach of the steel plate according to claim 1 characterized by an induction heating apparatus being a solenoid mold induction heating apparatus.

[Claim 3] The heat treatment approach of the steel plate according to claim 1 or 2 characterized by setting right between heat in a hot leveler after heat-treating a steel plate with an induction heating apparatus.

[Claim 4] The heat treatment approach of the steel plate according to claim 1 to 3 characterized by performing tempering heat treatment by heat treatment of the steel plate by the induction heating apparatus.

[Claim 5] The heat treatment approach of the steel plate according to claim 1 to 4 characterized by measuring the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling, and setting up the heating conditions of an induction heating apparatus based on this measurement result.

[Claim 6] The heat treatment approach of the steel plate according to claim 5 characterized by for an induction heating apparatus being a transverse mold induction heating apparatus, measuring the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling, and heat-treating a steel plate locally based on this measurement result.

[Claim 7] The thermal treatment equipment of the steel plate characterized by having the cooling system for being equipment for heat-treating continuously and carrying out accelerated cooling of the steel plate after hot rolling from the continuation Rhine upstream on the same Rhine, an induction heating apparatus for heat-treating the steel plate by which accelerated cooling was carried out with this cooling system, and a hot leveler for correcting between heat the steel plate heat-treated by this induction heating apparatus.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a suitable approach and equipment to heat a steel plate continuously and heat-treat it.

[0002]

[Description of the Prior Art] A steel plate is manufactured by cutting in a predetermined dimension, after rolling out the slab heated by predetermined temperature in the heating furnace with a hot rolling mill and cooling to a room temperature. In order to attain high-intensifying of a steel plate, and high toughness-ization in recent years, a cooling system is formed in the appearance side of a hot rolling mill, and accelerated cooling of the steel plate rolled out with the hot rolling mill is carried out.

[0003] A uniform configuration is hard to be acquired even if it sets right between heat by the hot leveler prepared when it is conventionally premised on accelerated cooling after that, since the temperature of the steel plate by which accelerated cooling was carried out is not necessarily uniform. Moreover, even if a configuration improves, it is difficult to cancel the residual stress resulting from the uneven thermal stress inside a steel plate.

[0004] Although afterbaking return heat treatment of the steel plate by which accelerated cooling was carried out is carried out in many cases, since this heat treatment is processed by that heat treating furnace installed in off-line, it cannot require and mass-produce time amount in a processing man day while a conveyance process becomes complicated, and is not usually the efficient manufacture approach.

[0005] The technique about heat treatment of the conventional steel plate is shown below.

[0006] Performing tempering processing by rapid heating in JP,4-358022.A with the heating apparatus installed on the same Rhine as a rolling mill and accelerated cooling equipment is shown. Annealing carries out the programming rate to predetermined 450-degree-C or more tempering temperature of one or less Ac in 1 degrees C/second or more, and maintenance with tempering temperature is not performed, but cooling a subsequent cooling rate in a second a second in 0.05 degrees C /or more 20 degrees C /or less is limited. This processing uses energization heating, dielectric heating, or infrared radiation heating as that heating method for the purpose of improvement in working capacity, and toughening of a steel plate.

[0007] The straightening machine between heat, a cooling system, and a heat retaining device are arranged in this order, a steel plate is kept warm to fixed temperature with a heat retaining device, and the configuration which manufactures the steel plate which excelled [ make / into homogeneity / the temperature distribution of a steel plate inside ] in the configuration is shown in JP,6-254615.A.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was a problem as shown below in the above-mentioned conventional technique.

[0009] By the approach of JP,4-358022.A, the concrete thing is not shown at all about the facility layout and the heating approach in real manufacture. In having arranged the facility, the problem which the imbalance of rolling efficiency and heat treatment efficiency produces is on the same Rhine like an example. Moreover, the huge scale corresponding to it needs to be furnished for heat treatment of the steel plate which has an overall length (40-50m), and it is difficult to install such a facility in practice. after further heat treatment — again — a cooling system — needed — manufacture of a steel plate — cost — it will become quantity.

[0010] By the approach of JP,6-254615.A, for the detail of a heat retaining device is not indicated at all but keeping it warm on-line, a problem is in processing efficiency and capacity, and processing on the same Rhine cannot be realized in practice.

[0011] As mentioned above, although to form a heat treating furnace on online is desired in order to heat-treat efficiently rolling and the steel plate by which accelerated cooling was carried out in large quantities, there is a problem on a facility like the above-mentioned conventional technique, and the technique which can solve a problem is not yet developed.

[0012] This invention was made in order to solve the above problems, and it aims at offering the heat treatment approach of a steel plate and equipment which can heat-treat a steel plate with little residual stress in large quantities efficiently on-line after hot rolling in heat treatment of a steel plate by which accelerated cooling was carried out.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The heat treatment approach of the steel plate of this invention and equipment have the following descriptions.

[0014] (1) The heat treatment approach of the steel plate characterized by heat-treating with the induction heating apparatus formed in the appearance side of this cooling system after carrying out accelerated cooling with the cooling system in which the steel plate after hot rolling was prepared at the hot rolling mill appearance side.

[0015] (2) The heat treatment approach of a steel plate given in the above (1) characterized by an induction heating apparatus being a solenoid mold induction heating apparatus.

[0016] (3) The above (1) characterized by setting right between heat in a hot leveler after heat-treating a steel plate with an induction heating apparatus, or the heat treatment approach of a steel plate given in (2).

[0017] (4) The above (1) characterized by performing tempering heat treatment by heat treatment of the steel plate by the induction

heating apparatus thru/or the heat treatment approach of a steel plate given in either of (3).

[0018] (5) The above (1) characterized by measuring the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling, and setting up the heating conditions of an induction heating apparatus based on this measurement result thru/or the heat treatment approach of a steel plate given in either of (4).

[0019] (6) The heat treatment approach of a steel plate given in the above (5) characterized by for an induction heating apparatus being a transverse mold induction heating apparatus, measuring the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling, and heat-treating a steel plate locally based on this measurement result.

[0020] (7) The thermal treatment equipment of the steel plate characterized by having the cooling system for being equipment for heat-treating continuously and carrying out accelerated cooling of the steel plate after hot rolling from the continuation Rhine upstream on the same Rhine, an induction heating apparatus for heat-treating the steel plate by which accelerated cooling was carried out with this cooling system, and a hot leveler for correcting between heat the steel plate heat-treated by this induction heating apparatus.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the explanatory view showing 1 operation gestalt of the manufacturing installation of the steel plate with which implementation of the heat treatment approach of the steel plate of this invention is presented.

[0022] The manufacturing installation of the steel plate of this operation gestalt is equipped with the rolling mill 1, the cooling system 2 for carrying out accelerated cooling of the steel plate 5 to the appearance side of a rolling mill 1, the induction heating apparatus 3 for heat-treating the steel plate 5 by which accelerated cooling was carried out with the cooling system 2, and the hot leveler 4 for correcting between heat the steel plate 5 heat-treated by the induction heating apparatus 3 from the continuation Rhine upstream.

[0023] Said cooling system 2 is equipment which carries out accelerated cooling of the steel plate by the water spray or the jet, and equipments, such as usual roller quenching, usual pressure quenching, etc., can be used for it.

[0024] Especially if rolling and correction of the distortion after accelerated cooling are possible for said hot leveler 4, it is not limited, and it can use the usual straightening machine between heat.

[0025] Said induction heating apparatus 3 is used as a tempering furnace after the accelerated cooling by the cooling system 2, and is used for the purpose, such as a temper of an ingredient, and residual-stress reduction. In order to heat-treat on-line the steel plate manufactured by the cooling system in large quantities efficiently, the induction heating apparatus in which rapid heating is possible is used.

[0026] As for an induction heating apparatus, it is desirable that it is a solenoid mold induction heating apparatus. Since a solenoid mold induction heating apparatus can give the different heat history from the interior of steel materials to the steel-materials surface section, it is possible to carry out rapid heating of degree-of-hardness adjustment and the surface section of the directions of steel-materials board thickness, such as softening of only a steel-materials surface, with a heating rate higher than a board thickness center section, and it is because effectiveness is in reduction of the residual stress of steel materials.

[0027] Next, actuation and an operation of the manufacturing installation of the steel plate of the above-mentioned operation gestalt are explained.

[0028] With a rolling mill 1, after rolling, rapid heating of the steel plate 5 in which accelerated cooling was carried out by the cooling system 2 is carried out, and tempering heat treatment is carried out by the induction heating apparatus 3. A steel plate 5 can manufacture a heat treatment steel plate efficiently on online by setting right between heat by the hot leveler 4 after heat treatment by the induction heating apparatus 3. Since it is the induction heating apparatus which is made to pass a steel plate and is heated, a facility is miniaturized, it can install between the existing accelerated cooling facility and a hot leveler, and facility-izing is cheaply possible. Furthermore, cutting becomes possible as it is in shear Rhine after heat treatment, and large compaction of the manufacture time necessary for completion is achieved.

[0029] Moreover, an example of the specification of the solenoid mold induction heating apparatus with which implementation of the heat treatment approach of the steel plate aiming at the temper of the ingredient of this invention is presented was shown in Table 1. According to Table 1, the number of an inductor is six sets and the frequency of each inductor is 1000Hz. The steel plate has set injection power as the greatest 5100kW by the inductor 2 which passes to the 2nd.

[0030] 0.8m and the distance between inductors of the coil length of each inductor of this solenoid mold induction heating apparatus are 1.6m, and facility length is set to 14.4m. Thus, since facility length is short, a facility can become compact, and it can install between the existing accelerated cooling facility and a hot leveler, heating capacity — 25mm of for example, board thickness — a board thickness core — up to 645 degrees C — heating — for 10 seconds, if it heats over soak 20 seconds, the processing time of annealing will become 3 minutes.

[0031] As mentioned above, spacing is prepared between inductors, intermittent heating is performed, and rapid and soak are made possible. The thermal stress of a steel plate surface is small by carrying out soak of the steel plate, there is little distortion, and the steel plate of low residual stress can be manufactured as a result.

[0032]

[Table 1]

	周波数(Hz)	投入電力(KW)	透磁率	抵抗率( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )
インダクター-1	1000	2800	12.38	17
インダクター-2	1000	5100	12.26	33
インダクター-3	1000	3300	18	50
インダクター-4	1000	1500	30.45	60
インダクター-5	1000	800	48.3	80
インダクター-6	1000	450	68.11	80

[0033] Next, the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling are measured, and the heat treatment approach of a steel plate with desirable setting up the heating conditions of an induction heating apparatus based on this measurement result is

explained.

[0034] In the operation *gestalt* of drawing 1, a radiation thermometer is installed in a cooling-system appearance side, and the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling are measured. From these temperature distribution, residual stress is presumed and the heating conditions of an induction heating apparatus are set up. When it is thought that residual stress is lower than temperature distribution, it is also possible to gather the bearer rate in an induction heating apparatus, and to gather efficiency, and it is also possible to set right between heat in a hot leveler, without heat-treating with an induction heating apparatus.

[0035] In this invention, although a solenoid mold is used as an induction heating apparatus, in case the temperature distribution of the steel plate after accelerated cooling are measured and local heating of the cross direction of a steel plate is carried out based on this measurement result, the induction heating apparatus of a transverse mold may be used together.

[0036]

[Example] (Example 1) In the example of this invention, using equipment as shown in drawing 1, reverse rolling was carried out with the finishing mill 1, and after finish rolling, tempering heat treatment aiming at residual-stress reduction was carried out, and subsequently it set right between heat by the hot leveler 4 so that steel plate skin temperature might turn into tempering temperature of 650 degrees C with the solenoid mold induction heating apparatus 3 in the steel plate 5 by which accelerated cooling was carried out to the cooling-shut-down temperature of 550 degrees C with the cooling system 2. A hot leveler is the straightening machine which has arranged the roll of a total of five of a three upper roll and a two bottom roll, and can correct the defect of shape of the steel plate produced by repeat bending at the time of rolling of curvature etc., and accelerated cooling here. The steel plate was ~~\*\*\*\*\*~~(ed) after correction between heat by the hot leveler 4, and the amount of cambers after ~~\*\*\*\*\*~~ of the steel plate resulting from residual stress was measured. The result was shown in Table 2 with a steel plate dimension, the display flatness after hot leveler correction, etc.

[0037] Moreover, as an example of a comparison, reverse rolling was carried out with the finishing mill 1 using equipment as shown in drawing 1 to the material of the same size as an example, and after carrying out finish rolling, the steel plate 5 by which accelerated cooling was carried out to the cooling-shut-down temperature of 550 degrees C with the cooling system 2 was corrected between heat by the hot leveler 4, without heat-treating with the solenoid mold induction heating apparatus 3. This steel plate was ~~\*\*\*\*\*~~(ed) and the amount of cambers after ~~\*\*\*\*\*~~ of the steel plate resulting from residual stress was measured. The result was collectively shown in Table 2 with a steel plate dimension, the display flatness after hot leveler correction, etc.

[0038]

[Table 2]

	鋼板寸法 (mm)	冷却停止 温度(°C)	高圧加熱炉 加熱	焼戻後の 平均厚 (mm)	焼切り後の カーバ量 (mm/20m)
本発明例	30×2000×10000	550	○	2	1.5
比較例	30×2000×10000	550	×	16	38

[0039] As opposed to according to Table 2, the amount of cambers after steel plate ~~\*\*\*\*\*~~ being [ the display flatness after 1.5mm and hot leveler correction ] 2mm when tempering heat treatment aiming at residual-stress reduction is carried out in the case of the example of a comparison which did not carry out tempering heat treatment aiming at residual-stress reduction, the display flatness after 35mm and hot leveler correction of the amount of cambers after steel plate ~~\*\*\*\*\*~~ is 16mm. By performing tempering heat treatment with a solenoid mold induction heating apparatus shows that residual stress is reduced and the steel plate excellent in a ~~\*\*\*\*\*~~ camber property and display flatness can manufacture efficiently on-line.

(Example 2) In the example of this invention, using equipment as shown in drawing 1, reverse rolling was carried out with the finishing mill 1, and after finish rolling, tempering heat treatment aiming at the temper of an ingredient was carried out, and, subsequently it set right between heat by the hot leveler 4 so that steel plate board thickness core temperature might turn into tempering temperature of 645 degrees C using the solenoid mold induction heating apparatus 3 in the steel plate 5 by which accelerated cooling was carried out to the cooling-shut-down temperature of 230 degrees C with the cooling system 2. A hot leveler is the straightening machine which has arranged the roll of a total of five of a three upper roll and a two bottom roll, and can correct the defect of shape of the steel plate produced by repeat bending at the time of rolling of curvature etc., and accelerated cooling here. Ingredient inspection after correction between heat and of the steel plate was carried out by the hot leveler 4, and the material property value was measured. The result was shown in Table 3.

[0040] Moreover, as an example of a comparison, equipment as shown in drawing 1 is used to the material of the same size as the example of invention. Carry out reverse rolling with a finishing mill 1, and after carrying out finish rolling, the steel plate 5 by which accelerated cooling was carried out to the cooling-shut-down temperature of 230 degrees C with the cooling system 2. Using the gas fired furnace in the off-line of the conventional method instead of the solenoid mold induction heating apparatus 3, steel plate board thickness core temperature carried out tempering heat treatment aiming at the temper of an ingredient with the tempering temperature of 645 degrees C, and set right between heat by the hot leveler 4. Ingredient inspection of this steel plate was carried out, and that material property value was measured. The result was collectively shown in Table 3.

[0041]

[Table 3]

	規格	鋼板寸法 (mm)	冷却停止 温度(°C)	加熱方法	焼戻し 温度(°C)	材料特性	
						YS(Mpa)	TS(Mpa)
本発明例	SM570	25×2000×10000	230	誘導加熱装置	645	550	640
比較例	SM570	25×2000×10000	230	ガス燃焼炉	645	550	640

[0042] According to Table 3, as for the material property value after aiming at temper of ingredient tempering [ both the example of this invention, and the example of a comparison ] heat treatment, YS=550MPa and the tensile strength TS of yield strength YS were

completely the same as that of TS=640MPa. However, in the example of this invention, production time also took several days by the example of a comparison to the production time to the completion of product cutting having been several hours in rolling heat treatment - shear Rhine by conveyance to the turn waiting by conveyance to a heat treating furnace, and the temperature of a heat treating furnace, and shear Rhine etc. That is, it means that the quality of the material equivalent to the gas-fired-furnace temper material in the usual off-line was acquired for a short time by carrying out tempering heat treatment using the solenoid mold induction heating apparatus of this invention. Here, in the induction heating apparatus used in the example of this invention, since whenever [stoving temperature] can be set as the temperature of arbitration for every steel plate, the turn waiting by the temperature of heat treatment with a natural thing is not produced.

[0043]

[Effect of the Invention] As stated above, after hot rolling, in heat treatment of a steel plate by which accelerated cooling was carried out, efficiently and in large quantities, it aimed at the temper of aiming at residual-stress reduction tempering [a steel plate] heat treatment, and an ingredient, and, according to this invention, tempering heat treatment can be carried out on-line.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. ~~which~~ shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The explanatory view showing 1 operation gestalt of the manufacturing installation of the steel plate with which implementation of the heat treatment approach of the steel plate of this invention is presented

[Description of Notations]

- 1 Finishing Mill
- 2 Cooling System
- 3 Induction Heating Apparatus
- 4 Hot Leveler
- 5 Steel Plate

---

[Translation done.]

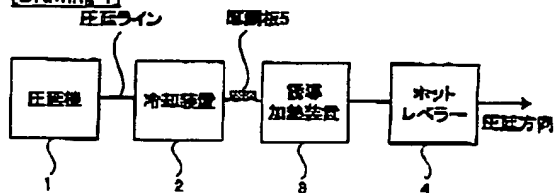
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-13133

(P2003-13133A)

(43) 公開日 平成15年 1月15日 (2003.1.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	キーワード(参考)
C21D 1/18		C21D 1/18	A
1/42		1/42	B
			J
			R

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-193070(P2001-193070)

(22) 出願日 平成13年 6月28日 (2001. 8. 28)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 杉岡 正敏

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 多賀根 章

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100116230

弁理士 中濱 泰光

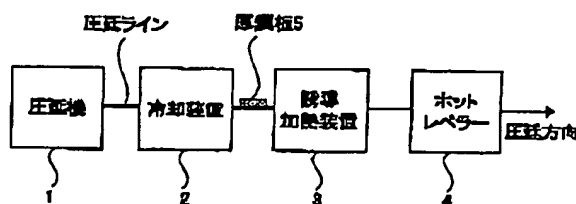
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 厚鋼板の熱処理方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、熱間圧延後、加速冷却された厚鋼板の熱処理において、オンラインで効率的に、大量に残留応力の少ない厚鋼板を熱処理することができる、厚鋼板の熱処理方法および装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 熱間圧延後の厚鋼板を熱間圧延機出側に設けられた冷却装置により加速冷却した後、該冷却装置の出側に設けられた誘導加熱装置により熱処理することを特徴とする厚鋼板の熱処理方法。



(2)

特開2003-13133

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱間圧延後の厚鋼板を熱間圧延機出側に設けられた冷却装置により加速冷却した後、該冷却装置の出側に設けられた誘導加熱装置により熱処理することを特徴とする厚鋼板の熱処理方法。

【請求項2】 誘導加熱装置がソレノイド型誘導加熱装置であることを特徴とする請求項1に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項3】 誘導加熱装置により厚鋼板を熱処理した後に、ホットレベラーにて熱間矯正することを特徴とする請求項1または2に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項4】 誘導加熱装置による厚鋼板の熱処理により、焼戻し熱処理を行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項5】 加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、該測定結果に基づいて誘導加熱装置の加熱条件を設定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項6】 誘導加熱装置がトランスバース型誘導加熱装置であり、加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、該測定結果に基づいて厚鋼板を局部的に熱処理することを特徴とする請求項5に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項7】 熱間圧延後の厚鋼板を同一ライン上で連続的に熱処理するための装置であって、連続ライン上流から加速冷却するための冷却装置と、該冷却装置により加速冷却された厚鋼板を熱処理するための誘導加熱装置と、該誘導加熱装置により熱処理された厚鋼板を熱間矯正するためのホットレベラーとを有することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、厚鋼板を連続的に加熱して熱処理するのに好適な方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 厚鋼板は、加熱炉において所定温度に加熱されたスラブを、熱間圧延機によって圧延し、室温まで冷却した後、所定寸法に切断することにより製造される。近年、厚鋼板の高強度化および高靱性化を図るために、熱間圧延機の出側に冷却装置を設け、熱間圧延機で圧延された厚鋼板を加速冷却している。

【0003】 加速冷却された厚鋼板の温度は必ずしも均一ではないため、その後、従来加速冷却を前提にしたときに設けられているホットレベラー等で熱間矯正しても、均一な形状は得られにくい。また、形状は改善されたとしても、鋼板内部の不均一な熱応力に起因する残留応力を解消することは難しい。

【0004】 加速冷却された厚鋼板は、その後焼戻し熱処理される場合が多いが、通常、この熱処理はオフライ

ンに設置された熱処理炉によって処理されているため、搬送工程が複雑になるとともに処理工数に時間を要して大量生産できず、効率的な製造方法ではない。

【0005】 以下に従来の厚鋼板の熱処理に関する技術について示す。

【0006】 特開平4-358022号には、圧延機および加速冷却装置と同一ライン上に設置した加熱装置により、急速加熱による焼戻し処理を行うことが示されている。焼戻しは450℃以上A<sub>1</sub>点以下の所定の焼戻し温度までの昇温速度を1℃/秒以上とし、焼戻し温度での保持を行わず、その後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下で冷却することが限定されている。この処理は、作業能率の向上と鋼板の強靱化を目的とし、その加熱方式として、通電加熱、誘電加熱または赤外線輻射加熱などを用いている。

【0007】 特開平6-254615号には、熱間矯正機、冷却装置および保温装置をこの順で配列し、保温装置で鋼板を一定の温度に保温し、鋼板内面の温度分布を均一にすることで形状の優れた鋼板を製造する構成が示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来技術には以下に示すような問題があった。

【0009】 特開平4-358022号の方法では、実製造における設備レイアウトおよび加熱方法について何ら具体的なものが示されていない。実施例のように同一ライン上に設備を配置したのでは、圧延能率と熱処理能率とのアンバランスが生じる問題がある。また、40～50mの全長を有する鋼板の熱処理にはそれに見合った長大な規模の設備が必要であり、このような設備を設置することは実際上困難である。さらに熱処理の後に再び冷却装置が必要になり鋼板の製造はコスト高なものとなる。

【0010】 特開平6-254615号の方法では、保温装置の詳細については何ら記載されておらず、オンラインで保温するには処理能率および能力に問題があり、同一ライン上での処理は実際上は実現不可能である。

【0011】 以上のように、圧延、加速冷却された厚鋼板を効率よく大量に熱処理するには、オンライン上に熱処理炉を設けることが望まれるのであるが、上記従来技術のように設備上の問題があり、問題を解決できる技術はいまだ開発されていない。

【0012】 本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、熱間圧延後、加速冷却された厚鋼板の熱処理において、オンラインで効率的に、大量に残留応力の少ない厚鋼板を熱処理することができる、厚鋼板の熱処理方法および装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明の厚鋼板の熱処理

(3)

特開2003-13133

3

方法および装置は以下のような特徴を有する。

【0014】(1) 熱間圧延後の厚鋼板を熱間圧延機出側に設けられた冷却装置により加速冷却した後、該冷却装置の出側に設けられた誘導加熱装置により熱処理することを特徴とする厚鋼板の熱処理方法。

【0015】(2) 誘導加熱装置がソレノイド型誘導加熱装置であることを特徴とする上記(1)に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0016】(3) 誘導加熱装置により厚鋼板を熱処理した後に、ホットレベラーにて熱間矯正することを特徴とする上記(1)または(2)に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0017】(4) 誘導加熱装置による厚鋼板の熱処理により、焼戻し熱処理を行うことを特徴とする上記

(1)乃至(3)のいずれかに記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0018】(5) 加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、該測定結果に基づいて誘導加熱装置の加熱条件を設定することを特徴とする上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0019】(6) 誘導加熱装置がトランスバース型誘導加熱装置であり、加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、該測定結果に基づいて厚鋼板を局部的に熱処理することを特徴とする上記(5)に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0020】(7) 熱間圧延後の厚鋼板を同一ライン上で連続的に熱処理するための装置であって、連続ライン上流から加速冷却するための冷却装置と、該冷却装置により加速冷却された厚鋼板を熱処理するための誘導加熱装置と、該誘導加熱装置により熱処理された厚鋼板を熱間矯正するためのホットレベラーとを有することを特徴とする厚鋼板の熱処理装置。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の厚鋼板の熱処理方法の実施に供する厚鋼板の製造装置の一実施形態を示す説明図である。

【0022】本実施形態の厚鋼板の製造装置は、連続ライン上流から圧延機1と、圧延機1の出側に厚鋼板5を加速冷却するための冷却装置2と、冷却装置2により加速冷却された厚鋼板5を熱処理するための誘導加熱装置3と、誘導加熱装置3により熱処理された厚鋼板5を熱間矯正するためのホットレベラー4とを備えている。

【0023】前記冷却装置2は、水スプレーや噴流により厚鋼板を加速冷却する装置であって、通常のローラークエンチやプレッシャークエンチ等の装置を使用することができる。

【0024】前記ホットレベラー4は、圧延、加速冷却後の歪を矯正可能であれば特に限定されるものではな

4

く、通常の熱間矯正機を使用することができる。

【0025】前記誘導加熱装置3は、冷却装置2による加速冷却の後の焼戻し炉として使用され、材料の調質、残留応力低減等の目的で用いられる。冷却装置により製造された厚鋼板をオンラインで効率よく大量に熱処理するためには、急速加熱が可能な誘導加熱装置を用いる。

【0026】誘導加熱装置はソレノイド型誘導加熱装置であることが好ましい。ソレノイド型誘導加熱装置は鋼材表層部に鋼材内部と異なる熱履歴を付与することができるため、鋼材表層のみの軟化等の鋼材板厚方向の硬度調整や表層部を板厚中央部より高い加熱速度で急速加熱することが可能で、鋼材の残留応力の低減に効果があるからである。

【0027】次に、上記実施形態の厚鋼板の製造装置の動作および作用を説明する。

【0028】圧延機1によって圧延後、冷却装置2によって加速冷却された厚鋼板5は、誘導加熱装置3によって急速加熱し、焼戻し熱処理される。誘導加熱装置3による熱処理の後、厚鋼板5はホットレベラー4によって熱間矯正することにより、オンライン上で効率的に熱処理鋼板を製造することができる。鋼板を通過させて加熱する誘導加熱装置であるので、設備がコンパクト化され、既存の加速冷却設備とホットレベラーの間に設置可能であり、安価に設備化が可能である。さらに、熱処理後せん断ラインでそのまま切断可能となり、製造工期の大幅な短縮が図られる。

【0029】また、表1には本発明の材料の調質を目的とした厚鋼板の熱処理方法の実施に供するソレノイド型誘導加熱装置の仕様の一例を示した。表1によれば、インダクターの台数は6台であり、各インダクターの周波数は1000Hzである。厚鋼板が2番目に通過するインダクター2で投入電力を最大の5100KWに設定してある。

【0030】本ソレノイド型誘導加熱装置の各インダクターのコイル長さは0.8m、インダクター間距離は1.6mであり、設備長は14.4mとなる。このように設備長が短いので設備がコンパクトになり、既存の加速冷却設備とホットレベラーの間に設置可能である。加熱能力は、例えば板厚25mmで板厚中心部を645℃まで加熱10秒、均熱20秒かけて加熱すると、焼戻しの処理時間は3分となる。

【0031】上記のように、インダクターとインダクターの間に間隔を設けて間欠的な加熱を行い、急速且つ均熱を可能としている。鋼板を均熱することで鋼板表層の熱応力が小さく、歪みが少なく、結果として低残留応力の鋼板が製造できる。

【0032】

【表1】

(4)

特開2003-13133

5	周波数(Hz)	投入電力(KW)	透過率	抵抗率( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )	6
インダクター1	1000	3600	12.38	17	
インダクター2	1000	5100	12.26	39	
インダクター3	1000	3300	18	60	
インダクター4	1000	1500	30.45	60	
インダクター5	1000	800	48.3	80	
インダクター6	1000	450	68.11	80	

【0033】次に、加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、この測定結果に基づいて誘導加熱装置の加熱条件を設定することが好ましい厚鋼板の熱処理方法について説明する。

【0034】図1の実施形態において、冷却装置出側に例えば放射温度計を設置し、加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定する。この温度分布より残留応力を推定して、誘導加熱装置の加熱条件を設定する。温度分布より残留応力が低いと思われるときは、例えば誘導加熱装置内の搬送速度を上げて能率を上げることも可能であるし、誘導加熱装置により熱処理することなくホットレベラーにて熱間矯正することも可能である。

【0035】本発明において、誘導加熱装置としてはソレノイド型を用いるが、加速冷却後の厚鋼板の温度分布を測定し、この測定結果に基づいて厚鋼板の幅方向を局部加熱する際には、トランスバース型の誘導加熱装置を併用してよい。

【0036】

【実施例】（実施例1）本発明例では、図1に示すような装置を用いて、仕上圧延機1によりリバース圧延して仕上圧延の後、冷却装置2により冷却停止温度550℃まで加速冷却された厚鋼板5を、ソレノイド型誘導加熱装置3により厚鋼板表面温度が焼戻し温度650℃とな\*

るよう、残留応力低減を目的とした焼戻し熱処理を実施し、次いでホットレベラー4にて熱間矯正した。ここでホットレベラーは上ロール3本と下ロール2本の計5本のロールを配置した矯正機で、繰り返し曲げによって反り等の圧延時や加速冷却時に生じた厚鋼板の形状不良をなおすことができる。ホットレベラー4にて熱間矯正の後、厚鋼板を条切りして、残留応力に起因する厚鋼板の条切り後のキャンパー量を測定した。その結果を、鋼板寸法、ホットレベラー矯正後の平坦度などとともに表2に示した。

【0037】また比較例として、実施例と同じサイズの素材に対して、図1に示すような装置を用いて、仕上圧延機1によりリバース圧延して仕上圧延した後、冷却装置2により冷却停止温度550℃まで加速冷却された厚鋼板5を、ソレノイド型誘導加熱装置3により熱処理することなくホットレベラー4にて熱間矯正した。この厚鋼板を条切りし、残留応力に起因する厚鋼板の条切り後のキャンパー量を測定した。その結果を、鋼板寸法、ホットレベラー矯正後の平坦度などとともに表2に併せて示した。

【0038】

【表2】

	鋼板寸法 (mm)	冷却停止 温度(℃)	高周波誘導 加熱	矯正後の 平坦度 (mm)	条切り後の キャンパー量 (mm/10m)
本発明例	30×2000×10000	550	○	2	1.5
比較例	30×2000×10000	550	×	16	35

【0039】表2によれば、残留応力低減を目的とした焼戻し熱処理を実施した場合には厚鋼板条切り後のキャンパー量が1.5mmおよびホットレベラー矯正後の平坦度が2mmであるのに対し、残留応力低減を目的とした焼戻し熱処理を実施しなかった比較例の場合には厚鋼板条切り後のキャンパー量は35mmおよびホットレベラー矯正後の平坦度が16mmであり、ソレノイド型誘導加熱装置により焼戻し熱処理を行うことにより、残留応力が低減され、条切りキャンパー特性および平坦度に優れた鋼板がオンラインで効率的に製造できることがわかる。

（実施例2）本発明例では、図1に示すような装置を用いて、仕上圧延機1によりリバース圧延して仕上圧延の

後、冷却装置2により冷却停止温度230℃まで加速冷却された厚鋼板5を、ソレノイド型誘導加熱装置3を用いて厚鋼板板厚中心温度が焼戻し温度645℃となるよう、材料の調質を目的とした焼戻し熱処理を実施し、次いでホットレベラー4にて熱間矯正した。ここでホットレベラーは上ロール3本と下ロール2本の計5本のロールを配置した矯正機で、繰り返し曲げによって反り等の圧延時や加速冷却時に生じた厚鋼板の形状不良をなおすことができる。ホットレベラー4にて熱間矯正の後、厚鋼板を材料検査してその材料特性値を測定した。その結果を表3に示した。

【0040】また比較例として、発明例と同じサイズの素材に対して、図1に示すような装置を用いて、仕上圧

(5)

特開2003-13133

7

8

延機1によりリバース圧延して仕上圧延した後、冷却装置2により冷却停止温度230℃まで加速冷却された厚鋼板5を、ソレノイド型誘導加熱装置3ではなく従来法のオフラインでのガス燃焼炉を用いて、厚鋼板板厚中心温度が焼戻し温度645℃で材料の調質を目的とした焼\*

\* 戻し熱処理を実施してホットレベラー4にて熱間矯正した。この厚鋼板を材料検査してその材料特性値を測定した。その結果を表3に併せて示した。

【0041】

【表3】

	規格	鋼板寸法 (mm)	冷却停止 温度(℃)	加熱方法	焼戻し 温度(℃)	材料特性	
						YS(Mpa)	TS(Mpa)
本発明例	SM570	25×2000×10000	230	誘導加熱装置	645	550	640
比較例	SM570	25×2000×10000	230	ガス燃焼炉	645	550	640

【0042】表3によれば、本発明例および比較例のいずれも、材料の調質を目的とした焼戻し熱処理後の材料特性値は降伏強度YSがYS=550MPa、引張強度TSがTS=640MPaと全く同様であった。しかしながら、本発明例では圧延～熱処理～せん断ラインで製品切断完了までの製造時間が数時間であったのに対し、比較例では熱処理炉への搬送、熱処理炉の温度による順番待ち、およびせん断ラインへの搬送等で製造時間が数日もかかった。すなわち、本発明のソレノイド型誘導加熱装置を用いて焼戻し熱処理を実施することにより、短時間で、通常のオフラインでのガス燃焼炉テンパー材と同等の材質が得られたことになる。ここで、本発明例で用いた誘導加熱装置では、加熱温度を各厚鋼板毎に任意の温度に設定可能なので、当然のことながら熱処理の温度による順番待ちは生じない。

※【0043】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、熱間圧延後、加速冷却された厚鋼板の熱処理において、オンラインで効率的に且つ大量に、厚鋼板を残留応力低減を目的とした焼戻し熱処理および材料の調質を目的とした焼戻し熱処理することができる。

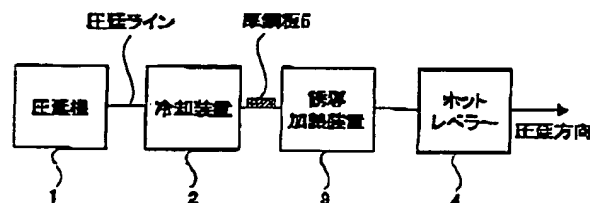
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の厚鋼板の熱処理方法の実施に供する厚鋼板の製造装置の一実施形態を示す説明図

【符号の説明】

- 1 仕上圧延機
- 2 冷却装置
- 3 誘導加熱装置
- 4 ホットレベラー
- 5 厚鋼板

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 宏  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 藤林 晃夫  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**